

Influencia de la dieta en el desarrollo de *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Phycitidae)

H. RODRIGUEZ-MENENDEZ, T. CABELLO-GARCIA y P. VARGAS

La utilización de una dieta simple como es: harina de maíz, germen de trigo y levadura de cerveza, en la cría de *Ephestia kuehniella* (ZELLER) produce buenos resultados que se traducen en un menor tiempo de desarrollo y un mayor peso de las crisálidas hembra.

Por otra parte existe influencia de la estación del año en la duración del desarrollo de las larvas.

Ephestia kuehniella es incapaz de desarrollarse en dietas a base de soja.

H. RODRIGUEZ-MENENDEZ y P. VARGAS. Centro de Investigación y Desarrollo Agrario. Dpto. Protección Vegetal. Apdo. 240. 15080 Córdoba.

T. CABELLO-GARCIA. Centro de investigación y Desarrollo Agrario. Dpto. Protección Vegetal. Apdo. 2027. 18080 Granada.

Palabras clave: *Ephestia kuehniella*, dieta.

INTRODUCCION

Ephestia kuehniella es una plaga de los productos almacenados (CAÑIZO, 1943; MUNRO, 1966; DOMINGUEZ GARCIA-TEJERO, 1976; COLE y COX, 1981). Varios aspectos de su biología han sido estudiados (CAÑIZO, 1943; MORIARTY, 1959; VOEGELE *et al.*, 1974; JOHNSON, 1979). Esta especie es uno de los huéspedes alternativos más importantes para la cría de Himenópteros parásitos, entre los que los que destacan varias especies de =Trichograma que son utilizadas en muchos países, a escala comercial, en Programas de Lucha Biológica (SALT, 1940; SCHUTTE y FRANZ, 1961; VOEGELE *et al.*, 1974; HASSAN *et al.*, 1983; CABELLO *et al.*, 1984a).

El objetivo del presente trabajo ha sido estudiar los efectos del tipo de semilla, presencia de aditivos vitamínicos y generación sobre la duración del desarrollo (huevo-emergencia del adulto), peso de crisálidas y proporción de sexos de *E. kuehniella*.

MATERIALES Y METODOS

El cultivo de *E. kuehniella* procede originariamente del I.N.R.A. de Antibes (Francia) y posteriormente del criado rutinariamente en el C.I.D.A. de Córdoba. Se han utilizado 4 tipos de semillas (soja, cebada, trigo y maíz) y dos aditivos vitamínicos (germen de trigo y levadura de cerveza). El tamaño de los componentes de la dieta estuvo comprendido entre 0.50 mm y 1.00 mm. Se elaboraron 8 tipos de dietas: 4 formadas simplemente por la semilla correspondiente (50 gr), denominadas "A"; y 4 formadas por la semilla (47 gr), germen de trigo (1.50 gr) y levadura de cerveza (1.50 gr), llamadas "B". Cada una de estas dietas se ensayó durante 4 generaciones denominadas: 0, 1, 2, 3, disponiéndose de 5 repeticiones por generación.

El insectario consistió en un local aislado térmicamente y situado en un sótano, dotado de un humidificador (Defensor[®]) con higróstato y acondicionamiento de aire.

La temperatura y la humedad relativa se registraron de forma continúa y resultaron ser de $20 \pm 1^\circ \text{C}$ y $70 \pm 5\% \text{HR}$.

Todos los experimentos se llevaron a cabo en luz continúa. Cada dieta fue situada a 60-70 cm. de distancia de 3 tubos fluorescentes de luz de día (Sylvania[®]) de 50 cm. de largo y 40 w.

Los recipientes de cría (frascos de vidrio de 8 cm. alto \times 7 cm. diámetro), conteniendo la dieta, fueron situados en un arcón congelador a -20°C , durante 15 días, para su desinsectación sin afectar a la calidad general del producto (VARGAS, 1979). Más tarde se pasaron al insectario y se mantuvieron allí por un periodo de 15 días para su acondicionamiento, antes de la introducción de 100 huevos de *E. kuehniella* por recipiente de cría y de un panel rectangular de cartón (7.5 cm. largo \times 5 cm. ancho \times 1.5 cm. altura), destinado para la crisalización de las larvas.

Los recipientes de cría se dispusieron en posición horizontal por dos motivos:

1. Posibilidad de mayor espacio útil de panel y por ello evitación de competencia entre larvas por orificios para crisalidar.

2. Mayor superficie de intercambio gaseoso del medio y por tanto, posibilidad de salida del CO_2 procedente de la respiración de los insectos.

Una vez observada la emergencia del primer adulto en cada recipiente de cría, se realizó la apertura del panel. De esta forma se obtuvieron la mayoría de los insectos en estado de crisálida. De las crisálidas obtenidas, por recipiente de cría, se tomaron 40 al azar que fueron sexadas, valiéndonos para ello de las diferencias morfológicas existentes en el abdomen (Fig. 1). De ellas se tomaron 15 machos

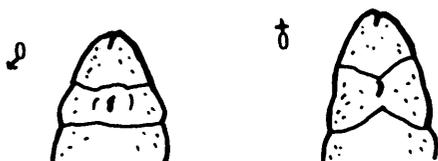
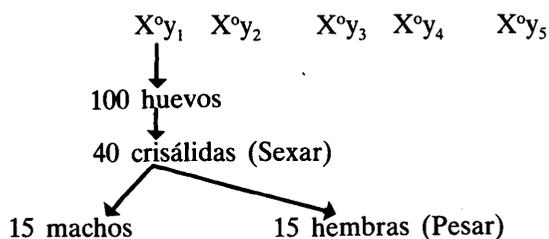


Fig. 1.—Representación esquemática de los caracteres observados en las crisálidas de *E. kuehniella* para su diferenciación entre sexos.

y 15 hembras que fueron pesados individualmente en una balanza de precisión ($\pm 0.0001 \text{gr.}$).

La metodología seguida puede verse en el esquema siguiente:

Generación "0" en dieta Xy



El resto de las crisálidas que fueron extraídas de los panales se colocaron en contenedores de oviposición. Los huevos recogidos se utilizaron para obtener la siguiente generación en el mismo tipo de dieta.

RESULTADOS Y DISCUSION

Duración del desarrollo (huevo-emergencia del adulto)

Semillas: La duración del desarrollo ha resultado ser menor ($P=0.01$) en dietas de maíz, siendo la media de las cuatro generaciones de 52.00 días frente a los 55.22 en cebada y 56.02 en trigo (Fig. 2). El periodo de desarrollo de la larva es variable y depende de las condiciones ambientales (CAÑIZO, 1943; BALACHOWSKY, 1972; BELL, 1976a) y del tipo de alimentación (BELL, 1975). Se ha demostrado que es de gran importancia el estado físico (partidos o enteros) (SINHA, 1969, 1971, 1972; LeCATO, 1976; VARGAS, 1979), cantidad (ULLYETT y MERWE, 1947; JOHANSSON, 1963; HOUSE, 1972) y calidad (FRAENKEL y BLEWETT, 1946a, b; JOHANSSON, 1963; BURGESS y HASKINS, 1964; WIGGLESWORTH, 1972; VANDERZANT, 1974) de los nutrientes empleados en la dieta. Los re-

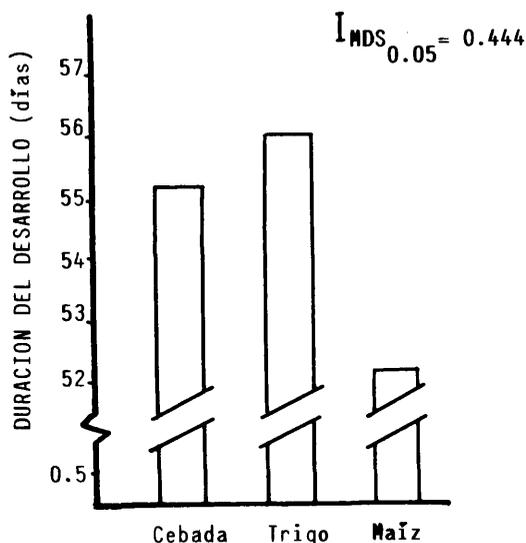


Fig. 2.—Duración del desarrollo (huevo-emergencia del adulto) de *E. kuehniella* según el tipo de semilla empleada.

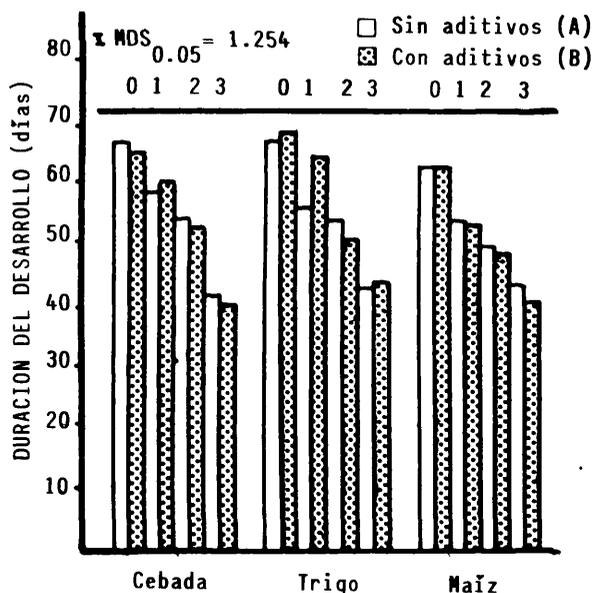


Fig. 3.—Duración del desarrollo (huevo-emergencia del adulto) de *E. kuehniella* según la dieta de cría y las generaciones.

sultados obtenidos por nosotros en cuanto a la semilla de maíz confirman los trabajos de otros autores en la misma especie: VUKASSOVIC (1934) que crió en maíz y a una temperatura de 26°-28° C encontró un tiempo de desarrollo de 83 días, frente a los 102 días en trigo. Y HASSANEIN y KAMEL (1965) que a 28° C y 40% HR obtuvieron una duración media del desarrollo de 60 días en maíz.

Aditivos: En cuanto a la presencia o ausencia de aditivos en la dieta, no hemos obtenido diferencias significativas. Sin embargo, el hecho de la aceleración del desarrollo en dietas con germen de trigo y levadura de cerveza está señalado por varios autores: FRAENKEL y BLEWETT (1946a, b) y BURGES y HASKINS (1964) utilizaron germen de trigo en la dieta de insectos demostrando que este aditivo aceleró marcadamente su desarrollo. Por otra parte VANDERZANT (1974) estudió las características del germen de trigo, señalando que posee elementos que estimulan la alimentación.

Nuestros resultados pueden ser debidos al

hecho de que cada dieta "B" tan solo contuviese un 3% en germen de trigo y un 3% en levadura de cerveza, cantidades insuficientes para producir una diferencia significativa en cuanto a la duración del desarrollo.

Tiempo de generación: Existen diferencias significativas (P=0.01) entre generaciones. En la figura 3 se puede observar una clara disminución de la duración del desarrollo en cada dieta, a medida que se suceden las generaciones.

Los valores máximos se alcanzan en la generación "0", siendo la media de todas las dietas 65.77 días frente a los 42.43 en la última generación. La diferencia media entre generaciones es de 23.34 días lo que supone una reducción en el tiempo de desarrollo del 35%. Podría pensarse que es una adaptación de los insectos a la dieta. Para comprobarlo se realizó un ensayo consistente en la dieta de maíz sin aditivos, pero en una época en la que la generación inicial "0" no coincidiere con los de primavera y verano. Se obtuvieron los siguientes resultados: (Cuadro 1).

Cuadro 1.—Efecto de la estación del año sobre la duración del desarrollo (huevo-emergencia del adulto) de *E. kuehniella*.

GENERACION	FECHA INFESTACION	FECHA EMERGENCIA	DURACION DESARROLLO (días)
0	12/08/83	26/09/83	45
1	28/09/83	13/11/83	46
2	16/11/83	17/01/84	62

Dichos resultados no confirman la adaptación de los insectos a la dieta, por lo tanto la disminución en el tiempo de desarrollo pudiera ser debida a mecanismos de detección de la estación del año existentes en las larvas y que les permitieron reaccionar a estos factores a pesar de las condiciones ambientales constantes en que fueron criadas. Estos resultados coinciden con los de VON GIERKE (1932): el periodo de desarrollo larval de *E. kuehniella* se incrementa durante el invierno, aún bajo temperaturas constantes.

De todas formas, existen diferencias entre nuestros datos (con una menor duración del desarrollo) y los de otros autores, que pudieran ser debidas bien a la utilización de distintas razas geográficas, que pueden dar lugar a diferentes respuestas biológicas frente a la temperatura; bien a la población de *E. kuehniella* utilizada, procedente del I.N.R.A. de Antibes, y que según POITOUT (1985, Com. pers.) la siguiente generación la obtienen siempre de los adultos de más rápida emergencia; o bien a la utilización de luz continua durante el desarrollo y que según CYMBOROWSKI y GIEBULTOWICZ (1976) acorta el periodo larval.

Peso de crisálidas

Semillas: El efecto del tipo de semilla resultó significativo ($P=0.01$), tanto para las crisálidas de las hembras (Fig. 4) como para las de los machos (Fig. 5). La semilla de maíz originó las crisálidas de mayor peso: 29.52 mgr. en hembras y 26.81 mgr. en machos, frente a los 25.44 mgr. (hembras) y 23.74 mgr. (machos)

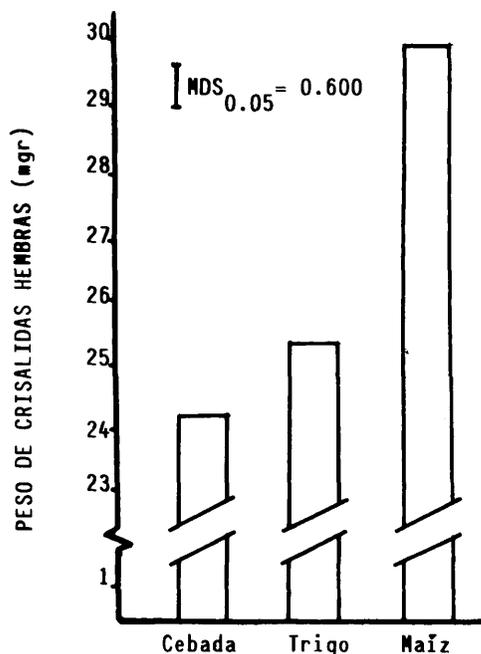


Fig. 4.—Peso de las crisálidas hembras de *E. kuehniella* según el tipo de semilla empleada.

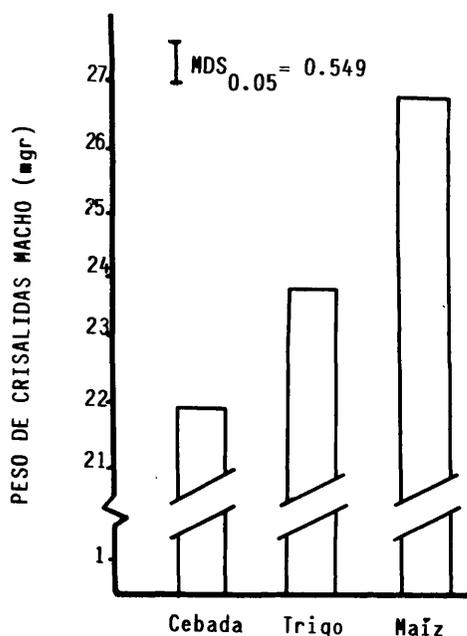


Fig. 5.—Peso de las crisálidas macho de *E. kuehniella* según el tipo de semilla empleada.

en trigo y los 24.32 mgr. (hembras) y 21.99 mgr. (machos) en cebada. NICOLAS-GONZALES (1966) ya señaló que la adición de harina de maíz a la dieta mejora el rendimiento de los cultivos de *E. kuehniella*.

Aditivos: La presencia de germen de trigo y levadura de cerveza ha resultado ser significativa ($P=0.05$) en el caso de las crisálidas de las hembras dando lugar a un aumento de peso; pero no lo ha sido en el caso de las crisálidas de los machos. Según FRAENKEL y BLEWETT (1964a, b) la fracción insaponificable (vitamina E) del germen de trigo es de gran importancia para que se realice un buen crecimiento.

Tiempo de generación: El factor generación ha resultado ser significativo ($P=0.05$), en el peso de las crisálidas de ambos sexos, observándose una disminución del peso a medida que avanzan las generaciones. Esto podría ser debido a problemas de consanguinidad ya que para obtener las siguientes generaciones se emplearon las crisálidas excedentes de los parentales.

En todos los casos el peso de las crisálidas es superior en las hembras que en los machos, lo que ya ha sido observado por autores en diferentes especies de "polillas" plaga de productos almacenados (SILHACEK y MILLER, 1972).

Proporción de sexos

Ninguno de los factores estudiados han tenido efecto sobre la proporción de sexos, en las condiciones ensayadas. La proporción siempre ha sido de 1:1.

Por último, tenemos que señalar que la soja inhibe el crecimiento de *E. kuehniella*. No se obtuvieron adultos en ninguna de las cinco repeticiones de las dietas de soja; y en aquellas que contenían aditivos (dietas "B") tan sólo emergieron cinco adultos (del total de las cinco repeticiones), aproximadamente 130 días después de haber infestado cada recipiente

con los huevos. Debido al escaso y mal desarrollo de los insectos en esta dieta, se realizó un nuevo ensayo en soja tratada, durante seis horas, a 70° C para destruir las sustancias tóxicas termolábiles que contienen esta semilla y que inhiben el crecimiento de los insectos (VANDERZANT, 1974). Los resultados obtenidos fueron similares a los anteriores por lo que se desechó la semilla de soja como dieta para citar *E. kuehniella*.

Igualmente se obtuvieron valores bajos en el porcentaje de pupación, longevidad del adulto y fecundidad de *Spodoptera littoralis* (BOISD.) en dietas a base de soja (CABELLO, RODRIGUEZ y VARGAS, 1984b).

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en este trabajo, se deduce:

- El maíz ha resultado ser la mejor semilla para la dieta de *E. kuehniella* ya que se ha conseguido: menor duración del tiempo de desarrollo, y mayor peso de las crisálidas.

- La utilización de aditivos vitamínicos (germen de trigo y levadura de cerveza) en la dieta incrementa el peso de las crisálidas hembra).

- La soja inhibe el desarrollo de *E. kuehniella*.

- La duración del desarrollo de *E. kuehniella*, en condiciones ambientales constantes es variable dependiendo de la estación del año.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren expresar su agradecimiento al Dr. Keith G. Wardhaugh (C.S.I.R.O., Australia) por su inestimable ayuda en la crítica y revisión del presente trabajo.

También agradecen la colaboración de D.^a M.^a Ursula Gutiérrez por su ayuda en los ensayos de laboratorio.

ABSTRACT

RODRIGUEZ-MENENDEZ, H., CABELLO-GARCIA, T. y VARGAS POUERAS, P.; 1988: Influencia de la dieta en el desarrollo de *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Phycitidae). *Bol. San. Veg. Plagas* 14 (3): 363-369.

A simple diet, which consisted of maize flour, wheat germ and yeast was developed for rearing =E. kuehniella (ZELLER) in the laboratory and resulted in more rapid development rates and heavier female pupae than recorded with other, more complex, diets.

Although insects were maintained under constant conditions of temperature, humidity and light, larval development times showed marked seasonal variations.

Diets employing soybean flour inhibited the development of =E. kuehniella.

Key words: *Ephestia kuehniella*, diet.

REFERENCIAS

- BALACHOWSKY, A. S., 1972: *Entomologie Appliquée à l'agriculture*. Tomo II. Lepidopteres. Masson et Cie. Paris: 1230-1245.
- BELL, C. H., 1975: Effects of temperature and humidity on development of four pyralid moth pests of stored products. *J. stored Prod. Res.*, 11: 167-175.
- BELL, C. H., 1976a: Effects of cultural factors on the development of four stored-product moths. *J. Stored Product Res.*, 12: 185-193.
- BURGES, H. D. y HASKINS, P. H., 1964: Life-cycle of the tropical warehouse moth *Cadra cautella* (WLK.), at controlled temperatures and humidities. *Bull. Entomol. Research.*, 55: 775-789.
- CABELLO, T., RODRIGUEZ, H. y VARGAS, P., 1984a: Utilización mundial de parásitos oófagos del género *Trichogramma* (Hym.: Trichogrammatidae) como agentes de control de plagas de cultivos: posibilidades de su aplicación en la protección vegetal en Andalucía. Proc. 1.º Symposium Nacional de Agroquímicos 18-20 Enero, Sevilla: 6 pp.
- CABELLO, T., RODRIGUEZ, H. y VARGAS, P., 1984b: Development longevity and fecundity of *Spodoptera littoralis* (BOISD.) (Lep.: Noctuidae) reared on eight artificial diets. *Zeitschrift für angewandte Entomologie*, 97: 494-499.
- CAÑIZO, J., 1943: Notas sobre la "Palomilla gris" de la harina (*E. kuehniella*). *Boletín de Patología Vegetal y Entomología Agrícola*, 12: 429-435.
- COLE, D. B. y COX, P. D., 1981: Studies on three moth species in a scottish port silo, with special reference to overwintering *E. kuehniella* (ZELLER) (Lepidoptera: Pyralidae). *J. Stored Prod. Res.*, 17: 163-181.
- CYMBOROWSKI, B. y GIEBULTOWICZ, J. M., 1976: Effect of photoperiod on development and fecundity in the flour moth, *Ephestia kuehniella*. *J. Insect Physiol.*, 22: 1213-1217.
- DOMINGUEZ GARCIA-TEJERO, F., 1976: *Plagas y enfermedades de las plantas cultivadas*. 5.ª Ed. DOSSAT, S.A., Madrid, 955 pp.
- FRAENKEL, G. y BLEWETT, M., 1946a: The dietetics of the caterpillars of three *Ephestia* species, *E. kuehniella*, *E. elutella* and of a closely related species, *Plodia interpunctella*. *The Journal of experimental Biology*, 22: 162-171.
- FRAENKEL, G. y BLEWETT, M., 1946b: Linoleic acid, vitamin E and other fat-soluble substances in the nutrition of certain insects, (*E. kuehniella*, *E. elutella*, *E. cautella* and *Plodia interpunctella* (Lep.)). *The Journal of experimental biology*, 22 (3-4): 172-190.
- HASSAN, S. A., LENTEREN, J. C. y VOEGELE, J. (Ed.), 1983: *Trichogramma News*, n.º 1.
- HASSANEIN, M. A. y KAMEL, A. H., 1965: *En: Jacob, T. A. y Cox, P. D.*, 1977. The influence of temperature and humidity on the life-cycle of *E. kuehniella* ZELLER (Lep.: Pyralidae). *J. Stored Prod. Res.*, 13: 107-118.
- HOUSE, H. L., 1972: Insect nutrition. *En: Fiennes, R. N. (Ed.)*. *Biology of nutrition*. Pergamon Press, Oxford: 513-573.
- JOHANSSON, A. S. 1963: Feeding and nutrition in reproductive processes in insects. *Symposium on insect reproduction*. *Royal Entomological Society of London*. pp.: 41-51.
- JOHNSON, P. J., 1979: Mating behaviour of *E. kuehniella* (ZELLER) (Lep.: Pyralidae). *Entomologist record*, 259-260.
- LECATO, G. L., 1976: Yield, development, and weight of *Cadra cautella* (WALKER) and *Plodia interpunctella* (HUBNER) on twenty-one diets derived from natural products. *J. Stored Prod. Res.*, 12: 43-47.
- MORIARTY, F., 1959: The 24-HR rhythm of emergence of *E. kuehniella* ZELL. from the pupa. *J. Ins. Physiol.*, 3: 357-366.
- MUNRO, J. W., 1966: *Pest of stored products*. The rentokil library, 234 pp.
- NICOLAS-GONZALES, A., 1966: *En: Daumal, J., Voegelé, J. y Brun, P.*, 1975. Unité de production massive et quotidienne d'un hôte de substitution *E. kuehniella* Zell. (Lep. Pyralidae). *Ann. Zool. Ecol. Anim.*, 7 (1): 45-59.
- SALT, G., 1940: *En: Navarajan, A. V.*, 1980. Some important nutritional and ecological factors in breeding *Trichogramma* species.
- SCHUTTE, F. y FRANZ, J., 1961: *En: Daumal, J., Voegelé, J. y Brun, P.*, 1975. Les Trichogrammes. Unité de production massive et quotidienne d'un hôte de substitution. *E. kuehniella* Zell. (Lep.: Pyralidae). *Ann. Zool. Ecol. Anim.*, 7 (1): 45-59.
- SILHACEK, D. L. y MILLER, G. L., 1972: Growth and development of the Indian meal moth, *Plodia interpunctella* (Lep.: Phycitidae), under laboratory mass-rearing conditions. *Ant. Ent. Soc. Am.*, 65 (5): 1084-1087.
- SINHA, R. N., 1969: Reproduction of Stored-grain insects on varieties of wheat, oats, and barley. *Ant. Ent. Soc. Am.*, 62 (5): 1011-1015.

- SINHA, R. N., 1971: Multiplication of some stored-product insects on varieties of wheat, oats, and barley. *J. Econ. Entomol.*, **64** (1): 98-102.
- SINHA, R. N., 1972: Infestibility of oilseeds, clover, and millet by stored-product insects. *Can. J. Plant. Sci.*, **52**: 431-440.
- ULLYETT, G. C., y Van der MERWE, J. S., 1947: *En*: Daumal, J., Voegelé, J. y Brun, P., 1975. Les Trichogrammes. Unité de production massive et quotidienne d'un hôte de substitution *E. kuehniella* Zell. (Lep.: Pyralidae). *Ann. Zool. Ecol. Anim.*, **7** (1): 45-59.
- VANDERZANT, E. S., 1974: Development, significance, and application or artificial diets for insects. *An. Rev. Ent.*, **19**: 411-425.
- VARGAS, P., 1979: Interacciones entre cinco especies de insectos de almacén en semillas de girasol y su influencia en las pérdidas de peso y calidad del producto. *An. INIA, Ser. Prot. Veg.*, **10**: 69-79.
- VOEGELE, J., DAUMAL, J., BRUN, Ph., ONILLON, J., 1974: Action du traitement au froid et aux ultraviolets de l'oeuf d'*Ephestia kuehniella* (Pyralidae) sur le taux de multiplication de *T. evanescens* et *T. brasiliensis* (Hym. Trichogrammatidae). *Entomofaga*, **19** (3): 341-348.
- VON GIERKE, E., 1932: *En*: Cole, D. B. y Cox, P. D., 1981. Studies on three moth species in a scottish port silo, with special reference to overwintering *Ephestia kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae). *J. Stored Prod. Res.*, **17**: 163-181.
- VUKASSOVIC, P., 1934: *En*: Jacob, T. A. y Cox, P. D., 1977. The influence of temperature and humidity on the life-cycle of *E. kuehniella* Zeller (Lep.: Pyralidae). *J. Stored Prod.*, **13**: 107-118.
- WIGGLESWORTH, V. B., 1972: *The principles of insects physiology*. Chapman and Hall. 827 pp.